


item an PTO 892. 



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 410 266 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 2154/2000 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H01L 33/00**  
(22) Anmeldetag: 28.12.2000 H01S 3/19, H05B 33/20  
(42) Beginn der Patentedauer: 15.07.2002  
(45) Ausgabetag: 25.03.2003

(56) Entgegenhaltungen:  
S.H.M. POORT ET AL: "OPTICAL PROPERTIES  
OF EU2+-ACTIVATED ORTHOSILICATES AND  
ORTHOPHOSPHATES" JOURNAL OF ALLOYS AND  
COMPOUNDS 260 (1997), S 93-97  
WO 00/33389A1

(73) Patentinhaber:  
TRIDONIC OPTOELECTRONICS GMBH  
A-8380 JENNERSDORF, BURGENLAND (AT).  
LITEC GBR  
D-17489 GREIFSWALD (DE).  
LEUCHTSTOFFWERK BREITUNGEN GMBH  
D-98597 BREITUNGEN (DE).

(54) LICHTQUELLE MIT EINEM LICHEMITTIERENDEN ELEMENT

AT 410 266 B

(57) Lichtquelle mit einem lichtemittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich emittiert, und mit einem Luminophor, der aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt und der einen Teil der Emission der Lichtquelle absorbiert und in einem anderen Spektralbereich emittiert. Erfindungsgemäß ist der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:  
 $(2-x-y)\text{SrO} \cdot x(\text{Ba,Ca})\text{O} \cdot (1-a-b-c-d)\text{SiO}_2 \cdot a\text{P}_2\text{O}_5 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{GeO}_2 \cdot y \text{Eu}^{2+}$  und/oder  $(2-x-y)\text{BaO} \cdot x(\text{Sr,Ca})\text{O} \cdot (1-a-b-c-d)\text{SiO}_2 \cdot a\text{P}_2\text{O}_5 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{GeO}_2 \cdot y \text{Eu}^{2+}$ . Mit solch einem Luminophor lässt sich die gewünschte Farbe (Farbtemperatur) sehr gut einstellen. Die Lichtquelle kann einen zusätzlichen Luminophor aus der Gruppe der Erdalkali- aluminat, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/ oder Mangan, und/oder einen weiteren zusätzlichen rot emittierenden Luminophor aus der Gruppe  $\text{Y}(\text{V,P,Si})\text{O}_4 : \text{Eu}$  oder Erdalkali-Magnesium-disilikat enthalten.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit einem lichtemittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich emittiert, und mit einem Luminophor, der entweder aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt oder zumindest einen Anteil aus dieser Leuchtstoffgruppe enthält und der einen Teil der Emission der Lichtquelle absorbiert und in einem anderen Spektralbereich emittiert.

Die Lichtquelle kann eine anorganische LED, eine organische LED, eine Laserdiode, eine anorganische Dickschichtelektrolumineszenzfolie oder ein anorganisches Dünnschichtelektrolumineszenzbauelement sein.

LEDs zeichnen sich unter anderem durch hohe Lebensdauer, geringen Platzbedarf, Erschütterungsunempfindlichkeit und spektral engbandige Emission aus.

Zahlreiche Emissionsfarben - speziell spektral breitbandige - können mittels der intrinsischen Emission eines aktiven Halbleitermaterials in LEDs nicht oder nur ineffizient realisiert werden. Vor allem trifft dies auf die Erzeugung von weißer Emission zu.

Gemäß dem Stand der Technik werden Emissionsfarben, welche mit dem Halbleiter intrinsisch nicht realisiert werden können, mittels einer Farbkonversionstechnik erzeugt.

Im Wesentlichen basiert die Technik der Farbkonversion auf dem Prinzip, dass zumindest ein Luminophor über dem LED-Die angeordnet wird. Dieser absorbiert die Emission des Dice und emittiert nachfolgend Photolumineszenzlicht in einer anderen Emissionsfarbe.

Als Luminophore können grundsätzlich sowohl organische als auch anorganische Systeme eingesetzt werden. Der wesentliche Vorteil anorganischer Pigmente liegt in der höheren Umgebungsstabilität im Vergleich zu organischen Systemen. Im Zusammenhang mit der hohen Lebensdauer der anorganischen LEDs sind daher anorganische Systeme im Hinblick auf die Farbstabilität zu bevorzugen.

Im Hinblick auf eine einfache Verarbeitung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, anstelle von organischen Luminophorschichtsystemen, die zur Erzielung der erforderlichen Schichtdicken unverhältnismäßig lange Wachstumszeiten aufweisen, anorganische Luminophorpigmente zu verwenden. Diese werden in eine Matrix eingebracht und über dem LED-Die angeordnet.

Aufgrund der geringen Anzahl an anorganischen Materialien, die obige Anforderungen erfüllen, werden derzeit zumeist Materialien aus der YAG-Klasse als Farbkonversionspigmente eingesetzt. Diese weisen allerdings den Nachteil auf, dass sie nur bei einem Emissionsmaximum kleiner als 560 nm hohe Effizienz aufweisen. Aus diesem Grund können mit den YAG-Pigmenten in Kombination mit blauen Dioden (450-490 nm) nur kaltweiße Emissionsfarben mit eingeschränkter Farbwiedergabe realisiert werden. Speziell für die Anwendung im Beleuchtungsbereich werden höhere Anforderungen an das Leuchtmittel im Hinblick auf die Farbtemperatur und die Farbwiedergabe gestellt, welche von den derzeit eingesetzten weißen LEDs nicht befriedigt werden.

Aus der WO 00/33389 ist weiterhin bekannt, u.a.  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  als Luminophor zu verwenden, um mit blauen LEDs weißähnliches Licht zu erzeugen. Die Emission von  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  findet bei 505 nm statt, also ebenfalls bei relativ kurzen Wellenlängen, sodass das Licht sehr kalt ist.

In der Arbeit von S.H.M. Poort et al: "Optical properties of  $\text{Eu}^{2+}$ -activated orthosilicates and orthophosphates", Journal of Alloys and Compounds 260 (1997), S 93-97 werden die Eigenschaften von Eu-aktiviertem  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$  sowie von Phosphaten wie  $\text{KBaPO}_4$  und  $\text{KSrPO}_4$  untersucht. Auch hier wird festgestellt, dass die Emission von  $\text{Ba}_2\text{SiO}_4$  bei etwa 505 nm liegt. Die Emission der beiden untersuchten Phosphate liegt hingegen bei wesentlich kürzeren Wellenlängen (420 nm bzw. 430 nm).

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lichtquelle der eingangs genannten Art so abzuändern, dass durch sehr gute Absorption der ultravioletten oder blauen Strahlung der ersten Emissionsquelle durch den Luminophor bei hoher Photolumineszenzeffektivität sowohl unterschiedliche Lichtfarben als auch hohe Farbwiedergabe realisiert werden, wobei es von besonderem Vorteil ist, dass der Farbort innerhalb der für Lichtquellen für die Allgemeinbeleuchtung üblichen CIE - Toleranzellipsen im Bereich der ähnlichsten Farbtemperatur zwischen etwa 2600 K und 7000 K liegt.

Diese Aufgabe wird durch eine Lichtquelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:

$(2-x-y)\text{SrO} \cdot x(\text{Ba,Ca})\text{O} \cdot (1-a-b-c-d) \text{SiO}_2 \cdot a\text{P}_2\text{O}_5 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{GeO}_2$

$y \text{ Eu}^{2+}$ ,  
wobei  $0 < x < 1,6$   
 $0,005 < y < 0,5$   
 $0 < a, b, c, d < 0,5$

5 gilt,  
und/oder ein Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:  
 $(2-x-y)\text{BaO} \cdot x(\text{Sr,Ca})\text{O} \cdot (1-a-b-c-d) \text{SiO}_2 \cdot a\text{P}_2\text{O}_5 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{B}_2\text{O}_3 \cdot d\text{GeO}_2 : y \text{ Eu}^{2+}$ ,  
wobei  $0,01 < x < 1,6$   
 $0,005 < y < 0,5$   
10  $0 < a, b, c, d < 0,5$

gilt,  
ist, wobei vorzugsweise zumindest einer der Werte a, b, c, und d größer als 0,01 ist.

Überraschender Weise wurde nämlich gefunden, dass im Fall der Orthosilikate das emittierte  
Licht langwelliger wird, wenn statt Bariumsilikat Strontiumsilikat oder Mischformen von Barium- und  
15 Strontiumsilikat eingesetzt werden. Zusätzlich vorhandene  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{B}_2\text{O}_3$  sowie die  
Substitution eines Teils des Siliziums durch Germanium haben auch einen Einfluss auf das Emis-  
sionsspektrum, so dass dieses für den jeweiligen Anwendungsfall optimal eingestellt werden kann.

Vorzugsweise enthält die Lichtquelle einen zusätzlichen Luminophor aus der Gruppe der Er-  
dalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan, und/oder einen weiteren  
20 zusätzlichen rot emittierenden Luminophor aus der Gruppe  $\text{Y(V,P,Si)O}_4 : \text{Eu}$  oder Erdalkali-Magne-  
sium-disilikat :  $\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{3+}$  der Formel  $\text{Me}_{(3-x-y)}\text{MgSi}_2\text{O}_8 : x\text{Eu}, y\text{Mn}$ ,

wobei  
 $0,005 < x < 0,5$   
 $0,005 < y < 0,5$

25 und  $\text{Me} = \text{Ba}$  und/oder  $\text{Sr}$  und/oder  $\text{Ca}$   
gilt.

Weiterhin wurde gefunden, dass es für die Kristallinität und das Emissionsvermögen vorteilhaft  
sein kann, wenn geringe Mengen einwertiger Ionen, insbesondere Halogenide, in das Luminophor-  
gitter eingebaut sind.

30 Es ist zweckmäßig, wenn der erste Spektralbereich zwischen 300 und 500 nm liegt. In diesem  
Wellenlängenbereich lässt sich der erfindungsgemäße Luminophor gut anregen.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn der zweite Spektralbereich zwischen 430 nm und 650 nm  
liegt. Insgesamt: ergibt sich dann ein relativ reines Weiß.

Vorzugsweise strahlt die Lichtquelle weißes Licht mit Ra-Werten > 72 aus.

35 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Lichtquelle zwei verschiedene Luminopho-  
re auf, wobei zumindest einer ein Erdalkaliorthosilikatleuchtstoff ist. Auf diese Weise lässt sich der  
Weißton besonders genau einstellen.

Für die mechanische Ausführung der erfindungsgemäßen Lichtquelle gibt es mehrere Möglich-  
keiten. Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer  
40 Leiterplatte innerhalb eines Reflektors angeordnet sind und das Luminophormaterial in einer Licht-  
scheibe, die über dem Reflektor angeordnet ist, dispergiert ist.

Es ist aber auch möglich, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer Leiterplatte innerhalb ei-  
nes Reflektors angeordnet sind und das Luminophormaterial auf dem Reflektor aufgebracht ist.

Vorzugsweise sind die LED-Chips mit einer transparenten Vergussmasse, die kuppelartige  
45 Form besitzt, vergossen. Diese Vergussmasse bildet einerseits einen mechanischen Schutz,  
andererseits verbessert sie auch die optischen Eigenschaften (besserer Austritt des Lichts aus den  
LED-Dice).

Das Luminophormaterial kann auch in einer Vergussmasse dispergiert sein, die eine Anord-  
nung von LED-Chips auf einer Leiterplatte und eine Polymerlinse möglichst ohne Gaseinschlüsse  
50 verbindet, wobei die Polymerlinse und die Vergussmasse Brechungsindizes aufweisen, die sich  
maximal um 0,1 unterscheiden. Diese Vergussmasse kann direkt die LED-Dice einschließen, es ist  
aber auch möglich, dass diese mit einer transparenten Vergussmasse vergossen sind (dann gibt  
es also eine transparente Vergussmasse und eine Vergussmasse mit Luminophormaterial). Durch  
die ähnlichen Brechungsindizes gibt es an den Grenzflächen kaum Verluste durch Reflexion.

55 Vorzugsweise weist die Polymerlinse eine kugel- bzw. ellipsoidförmige Ausnehmung auf,

welche durch die Vergussmasse ausgefüllt ist, sodass das LED-Array in geringem Abstand zur Polymerlinse befestigt ist. Auf diese Weise kann man die Höhe des mechanischen Aufbaus verringern.

Um eine gleichmäßige Verteilung des Luminophormaterials zu erreichen, ist es zweckmäßig, wenn das Luminophormaterial in einer vorzugsweise anorganischen Matrix aufgeschlämmt ist.

Bei Verwendung von zwei Luminophoren ist es günstig, wenn die beiden Luminophormaterialien einzeln in Matrizen dispergiert sind, die in Lichtausbreitung hintereinander angeordnet sind. Dadurch kann die Konzentration der Materialien im Vergleich zu einer einheitlichen Dispersion der verschiedenen Materialien reduziert werden.

Nachfolgend sind die wesentlichen Schritte zur Herstellung der Luminophore in einer bevorzugten Variante der Erfindung dargestellt:

Für die Herstellung der Silikateleuchtstoffe werden entsprechend der gewählten Zusammensetzung die stöchiometrischen Mengen der Ausgangsstoffe Erdalkalicarbonat, Siliciumdioxid sowie Europiumoxid innig gemischt und in einer für die Leuchtstoffherstellung üblichen Festkörperreaktion in reduzierender Atmosphäre bei Temperaturen zwischen 1100 °C und 1400 °C in den gewünschten Luminophor umgewandelt. Dabei ist es für die Kristallinität von Vorteil, der Reaktionsmischung kleine Anteile, vorzugsweise kleiner als 0,2 Mol, Ammoniumchlorid oder andere Halogenide zuzugeben. Je nach Wunsch kann ein Teil des Siliziums durch Germanium, Bor, Aluminium, Phosphor oder ein Teil des Europiums durch Mangan ersetzt werden, was man durch Zugabe entsprechender Mengen von Verbindungen der genannten Elemente, die sich thermisch in Oxide zersetzen, erreicht. Dabei bleibt der Rahmen der Reaktionsbedingungen erhalten.

Die erhaltenen Silikate emittieren bei Wellenlängen zwischen etwa 510 nm und 600 nm und besitzen eine Halbwertsbreite bis zu 110 nm.

Durch den Einsatz von einem oder einer Kombination von mehreren Luminophoren aus obiger Gruppe oder durch Kombination mit üblichen Leuchtstoffen aus der Gruppe der Erdalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan und einen weiteren zusätzlichen rotmittlernden Luminophor aus der Gruppe  $Y(V,P,Si)O_4 : Eu^{3+}$ ,  $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ , Leuchtstoffen können Emissionsfarben mit definierten Farbtemperaturen und hoher Farbwiedergabe erzeugt werden, wie dies in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen dargestellt ist:

$T = 2778 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,4}\text{Ba}_{0,6}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,4619, y = 0,4247, Ra = 72$   
 $T = 2950 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,4}\text{Ba}_{0,6}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,4380, y = 0,4004, Ra = 73$   
 $T = 3497 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,4086, y = 0,3996, Ra = 74$   
 $T = 4183 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,08}\text{Ca}_{0,02}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,3762, y = 0,3873, Ra = 75$   
 $T = 6624 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,02}\text{Ca}_{0,08}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,3101, y = 0,3306, Ra = 76$   
 $T = 6385 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + \text{Sr}_{0,4}\text{Ba}_{1,6}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,3135, y = 0,3397, Ra = 82$   
 $T = 4216 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,9}\text{Ba}_{0,08}\text{Ca}_{0,02}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,3710, y = 0,3696, Ra = 82$   
 $3954 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + \text{Sr}_{0,4}\text{Ba}_{1,6}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + YVO_4 : Eu^{3+}); x = 0,3756, y = 0,3816, Ra = 84$   
 $T = 6489 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + \text{Sr}_{0,4}\text{Ba}_{1,6}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + \text{Barium-Magnesium-Aluminat: } Eu^{2+}); x = 0,3115, y = 0,3390, Ra = 86$   
 $T = 5097 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}(\text{Si}_{0,98}\text{B}_{0,02})\text{O}_4 : Eu^{2+} + \text{Sr}_{0,6}\text{Ba}_{1,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+}); x = 0,3423, y = 0,3485, Ra = 82$   
 $T = 5084 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,6}\text{Ba}_{0,4}(\text{Si}_{0,99}\text{B}_{0,01})\text{O}_4 : Eu^{2+} + \text{Sr}_{0,6}\text{Ba}_{1,4}\text{SiO}_4 : Eu^{2+} + \text{Strontium-Magnesium-Aluminat: } Eu^{2+}); x = 0,3430, y = 0,3531, Ra = 83$   
 $T = 3369 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,4}\text{Ba}_{0,6}\text{Si}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}\text{O}_4 : Eu^{2+}); x = 0,4134, y = 0,3959, Ra = 74$   
 $T = 2787 \text{ K (466 nm + Sr}_{1,4}\text{Ba}_{0,6}\text{Si}_{0,98}\text{P}_{0,02}\text{O}_{4,01} : Eu^{2+}); x = 0,4630, y = 0,4280, Ra = 72$   
 $T = 2913 \text{ K (464 nm + Sr}_{1,4}\text{Ba}_{0,6}\text{Si}_{0,98}\text{Al}_{0,02}\text{O}_4 : Eu^{2+}); x = 0,4425, y = 0,4050, Ra = 73$

In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird die Farbkonversion folgendermaßen durchgeführt:

Ein oder mehrere LED-Chips werden auf einer Leiterplatte assembliert. Direkt über den LEDs wird (einerseits zum Schutz der LED-Chips und andererseits um das im LED-Chip erzeugte Licht besser auskoppeln zu können) ein Einkapselmedium in der Form einer Halbkugel oder einem Halbel-

lipsoide angeordnet. Dieses Verkapselungsmittel kann entweder jeden der LEDs einzeln umfassen, oder es kann eine gemeinsame Form für alle LEDs darstellen. Die derart bestückte Leiterplatte wird in einen Reflektor eingesetzt bzw. dieser wird über die LED-Chips gestülpt.

Auf den Reflektor wird eine Lichtscheibe gesetzt. Diese dient einerseits zum Schutz der Anordnung, andererseits werden in diese Lichtscheibe die Luminophorpigmente eingemischt. Die Lichtscheibe macht dadurch einen opaken, gelben Farbeindruck. Das blaue (oder ultraviolette) Licht, das durch die Lichtscheibe durchtritt, wird beim Durchgang in Lichtkomponenten zusätzlich zu blau oder UV konvertiert, so dass sich insgesamt ein weißer Farbeindruck ergibt. Verluste durch waveguiding-Effekte, wie diese bei planparallelen Platten auftreten, werden durch die opaken, streuenden Eigenschaften der Scheibe reduziert. Weiters sorgt der Reflektor dafür, dass nur bereits vorge-  
richtetes Licht auf die Lichtscheibe auftrifft, so dass Totalreflexionseffekte von vorneherein reduziert werden.

Alternativ dazu kann über jedem LED-Chip ein Reflektor aufgesetzt sein und dieser kuppelförmig ausgegossen werden und eine Lichtscheibe über jedem Reflektor bzw. über der gesamten Anordnung angeordnet werden.

Für die Herstellung von Beleuchtungsquellen ist es zweckmäßig, anstelle von Einzel-LEDs LED-Arrays zu verwenden. In einer bevorzugten Variante der Erfindung wird die Farbkonversion auf einem LED-Array, bei welchem die LED-Chips direkt auf der Leiterplatte assembliert werden, in folgender Form durchgeführt:

Ein LED-Array wird mittels einer Vergussmasse (z.B. Epoxid) an eine transparente Polymerlinse, die aus einem anderen Material (z.B. PMMA) besteht, angeklebt. Das Material der Polymerlinse und der Vergussmasse werden derart ausgewählt, dass diese möglichst ähnliche Brechzahlen aufweisen - also phasenangepasst sind. Die Vergussmasse befindet sich in einer maximal kugelförmigen oder ellipsoidförmigen Aushöhlung der Polymerlinse. Die Form der Aushöhlung ist insofern von Bedeutung, da in der Vergussmasse ein Farbkonversionsmaterial dispergiert ist, und daher durch die Formgebung sichergestellt werden kann, dass winkelunabhängige Emissionsfarben erzeugt werden. Alternativ dazu kann das Array zuerst mit einer transparenten Vergussmasse vergossen werden und anschließend mittels der Vergussmasse, die das Farbkonversionsmaterial beinhaltet, an die Polymerlinse geklebt werden.

Für LEDs mit besonders guter Farbwiedergabe, bei der zumindest zwei verschiedene Luminophore eingesetzt werden, ist es günstig, diese nicht gemeinsam in einer Matrix zu dispergieren, sondern diese getrennt zu dispergieren und aufzubringen. Dies gilt speziell für Kombinationen, bei denen die endgültige Emissionsfarbe durch einen mehrstufigen Farbkonversionsprozess erzeugt wird. D.h., dass die langwelligste Emissionsfarbe durch einen Emissionsprozess generiert wird, der wie folgt abläuft: Absorption der LED-Emission durch den ersten Luminophor - Emission des ersten Luminophors - Absorption der Emission des ersten Luminophors durch den zweiten Luminophor und Emission des zweiten Luminophors. Speziell für einen derartigen Prozess ist es zu bevorzugen, die einzelnen Materialien in Lichtausbreitungsrichtung hintereinander anzuordnen, da damit die Konzentration der Materialien im Vergleich zu einer einheitlichen Dispersion der verschiedenen Materialien reduziert werden kann.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Beispiele eingeschränkt. Das Luminophormaterial könnte auch in der Polymerlinse (oder einer anderen Optik) eingebracht sein. Es ist auch möglich, den Luminophor direkt über dem LED-Die oder auf der Oberfläche der transparenten Vergussmasse anzuordnen. Auch kann man den Luminophor zusammen mit Streupartikeln in eine Matrix einbringen. Dadurch wird ein Absinken in der Matrix verhindert und ein gleichmäßiger Lichtaustritt gewährleistet.

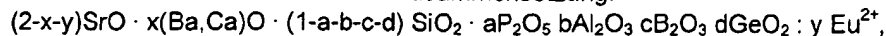
#### PATENTANSPRÜCHE:

50

1. Lichtquelle mit einem lichtemittierenden Element, das in einem ersten Spektralbereich emittiert, und mit einem Luminophor, der entweder aus der Gruppe der Erdalkaliorthosilikate stammt oder zumindest einen Anteil aus dieser Leuchtstoffgruppe enthält und der einen Teil der Emission der Lichtquelle absorbiert und in einem anderen Spektralbereich emittiert, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Luminophor ein mit zweiwertigem Europium

55

aktiviertes Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:



wobei

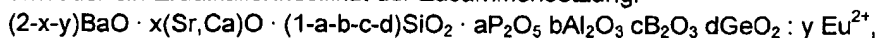
$$0 < x < 1,6$$

$$0,005 < y < 0,5$$

$$0 < a, b, c, d < 0,5$$

gilt,

und/oder ein Erdalkaliorthosilikat der Zusammensetzung:



wobei  $0,01 < x < 1,6$

$$0,005 < y < 0,5$$

$$0 < a, b, c, d < 0,5$$

gilt,

ist, wobei vorzugsweise zumindest einer der Werte a, b, c und d größer als 0,01 ist.

2. Lichtquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen zusätzlichen Luminophor aus der Gruppe der Erdalkalialuminate, aktiviert mit zweiwertigem Europium und/oder Mangan, und/oder einen weiteren zusätzlichen rot emittierenden Luminophor aus der Gruppe  $\text{Y}(\text{V,P,Si})\text{O} : \text{Eu}$  oder Erdalkali-Magnesium-disilikat :  $\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  der Formel  $\text{Me}_{(3-x-y)}\text{MgSi}_2\text{O}_8 : x\text{Eu}, y\text{Mn}$ ,

wobei

$$0,005 < x < 0,5$$

$$0,005 < y < 0,5$$

und Me = Ba und/oder Sr und/oder Ca

gilt,

enthält.

3. Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass einwertige Ionen, insbesondere Halogenide, in das Luminophorgitter eingebaut sind.
4. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass deren erster Spektralbereich zwischen 300 und 500 nm liegt.
5. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass deren zweiter Spektralbereich zwischen 430 und 650 nm liegt.
6. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie weißes Licht mit Ra-Werten > 72 ausstrahlt.
7. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zwei verschiedene Luminophore aufweist, wobei zumindest einer ein Erdalkaliorthosilikatleuchtstoff ist.
8. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer Leiterplatte innerhalb eines Reflektors angeordnet sind und das Luminophormaterial in einer Lichtscheibe, die über dem Reflektor angeordnet ist, dispergiert ist.
9. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere LED-Chips auf einer Leiterplatte innerhalb eines Reflektors angeordnet sind und das Luminophormaterial auf dem Reflektor aufgebracht ist.
10. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die LED-Chips mit einer transparenten Vergussmasse, die kuppelartige Form besitzt, vergossen sind.
11. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luminophormaterial in einer Vergussmasse dispergiert ist, die eine Anordnung von LED-Chips auf einer Leiterplatte und eine Polymerlinse möglichst ohne Gaseinschlüsse verbindet, wobei die Polymerlinse und die Vergussmasse Brechungsindizes aufweisen, die sich maximal um 0,1 unterscheiden.
12. Lichtquelle nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Polymerlinse eine kugel- bzw. ellipsoidförmige Ausnehmung aufweist, welche durch die Vergussmasse ausgefüllt ist, sodass das LED-Array in geringem Abstand zur Polymerlinse befestigt ist.
13. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das

- Luminophormaterial in einer vorzugsweise anorganischer Matrix aufgeschlämmt ist.
14. Lichtquelle nach Anspruch 7 und 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Lumino-phormaterialien einzeln in Matrizen dispergiert sind, die in Lichtausbreitung hintereinander angeordnet sind.

5

KEINE ZEICHNUNG

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55